



**UNIVERSIDAD DE CUENCA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

*“Prevalencia de mastitis subclínica en ganado bovino lechero de la zona  
occidental de la provincia del Azuay”*

Tesis previa a la obtención  
del Título de Médico  
Veterinario Zootecnista.

**Autores:**

Diana Isabel Coronel Samaniego

Mónica Isabel Espinosa Suárez

**Director:**

Dr. Yury Agapito Murillo Apolo. Mg.Sc

**Cuenca-Ecuador**

**2017**

## **RESUMEN**

El objetivo de esta investigación fue determinar la prevalencia de mastitis subclínica bovina (MSC) en 4 cantones de la zona occidental de la provincia del Azuay: Girón, San Fernando, Santa Isabel y Pucará. Se analizó 9.652 cuartos mamarios de 2.413 vacas pertenecientes a 425 ganaderías. Para la valoración de la MSC, se realizó la prueba de california mastitis test (CMT) y para la interpretación se utilizó la clasificación de Gómez, *et al.*, (2014) el cual determina como: negativo, leve (+), moderado (++) y abundante (+++). Además; se analizó la relación de la MSC con las variables: piso altitudinal, tamaño de la UPA, tipo y frecuencia de ordeño, actividades pre y post-ordeño, sistema de pastoreo, volumen de producción hato/día, días de lactancia, edad y número de partos. La información de las variables antes mencionadas fueron obtenidas mediante encuestas aplicadas a los propietarios de las ganaderías. La prevalencia de MSC analizada por vaca fue de 42,1%. Al valorar el total de cuartos se determinó un 21,2% de prevalencia. No existió interacción ( $P>0,05$ ) de MSC entre los diferentes cuartos. Se encontró relación significativa ( $P<0,05$ ) entre la prevalencia de mastitis subclínica y los factores: tamaño de UPA (>30 animales), sistema de pastoreo (cerca eléctrica), piso altitudinal (>3000 m.s.n.m), producción (>425 litros/día), etapa de lactancia (tercer tercio), edad (>5 años), número de partos (>3 partos), sistema de ordeño (mecánico). El análisis de componentes principales (ACP) estableció 5 componentes que explicaron el 61,92% de la varianza total.

**Palabras Clave:** CMT, MASTITIS SUBCLINICA, PREVALENCIA, ACP.

---

**ABSTRACT**

The objective of this research is to determine the prevalence of bovine subclinical mastitis (MSC) in 4 cantons of the western part of the province of Azuay: Girón, San Fernando, Santa Isabel and Pucará, 9.652 mammary quarters of 2,413 cows belonging at 425 cattle raising were analyzed. For the assessment of the MSC, the test of california mastitis test (CMT) was performed and for interpreting the classification of Gomez, et al., (2014) was used, negative, light (+), moderate (++) and abundant (+++). In addition; analyzed the relationship of the MSC with the variables: altitude, size of the UPA, type and frequency of milking, activities pre and post-milking, grazing system, volume of production herd/day, days of lactation, age and number of childbearings. The information of the above-mentioned variables were obtained through surveys applied to owners of farms. The prevalence of MSC analyzed per cow was 42,1%. To assess total quarters was determined a 21,2% prevalence. There was no interaction ( $P>0,05$ ) between the prevalence of MSC with different quarters. Significant relationship was found ( $P<0,05$ ) between the prevalence of subclinical mastitis and factors: size UPA ( $>30$  animals), grazing system (electric fence), altitude ( $>3000$  m. s. n. m), production ( $>425$  litres//day), stage of lactation (third third), age ( $>5$  years), parity ( $>3$  births), system milking (mechanical). The analysis of principal components (ACP) established 5 components that explained 61,92 % of the entire variance.

**Keywords:** CMT, MASTITIS SUBCLINICAL, PREVALENCE, ACP.

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>19</b>
<b>1.1. Objetivos: .....</b>	<b>20</b>
<b>1.1.1. Objetivo General.....</b>	<b>20</b>
<b>1.1.2. Objetivos Específicos. ....</b>	<b>20</b>
<b>1.2. Pregunta de investigación. ....</b>	<b>20</b>
<b>2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>21</b>
<b>2.1. Anatomía de la glándula mamaria .....</b>	<b>21</b>
<b>2.2. Fisiología de la lactación. ....</b>	<b>21</b>
<b>2.3. Mastitis .....</b>	<b>22</b>
<b>2.4. Mastitis subclínica .....</b>	<b>22</b>
<b>2.5. Prevalencia de mastitis subclínica.....</b>	<b>23</b>
<b>2.6. Clasificación de los agentes causales de la mastitis .....</b>	<b>24</b>
<b>2.7. Transmisión de la enfermedad. ....</b>	<b>24</b>
<b>2.8. Patogenia: Fases de la enfermedad.....</b>	<b>25</b>
<b>2.8.1. Invasión .....</b>	<b>25</b>
<b>2.8.2. Infección .....</b>	<b>25</b>
<b>2.8.3. Inflamación.....</b>	<b>26</b>
<b>2.9. Influencia de la mastitis subclínica en la calidad composicional de la         leche.....</b>	<b>26</b>
<b>2.10. Factores predisponentes de la mastitis. ....</b>	<b>27</b>



2.10.1. Factores nutricionales. ....	27
2.10.2. Higiene.....	27
2.10.3. Estrés.....	28
2.10.4. Edad.....	28
2.10.5. Máquina de ordeño e instalaciones. ....	28
2.11. Prueba de campo. ....	28
2.11.1. California Mastitis Test: ....	29
2.11.2. Fundamento. ....	29
2.11.3. Procedimiento para la toma de muestras de leche. ....	30
2.11.4. Interpretación del CMT.....	30
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	31
3.1. Materiales. ....	31
3.1.1. Materiales de campo. ....	31
3.1.2. Materiales de oficina. ....	31
3.2. Métodos.....	31
3.2.1. Área de estudio.....	31
3.2.2. Población en estudio.....	33
3.2.3. Variables en estudio.....	35
3.2.4. Análisis estadístico. ....	41
4. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	42
4.1. Prevalencia del total de vacas en estudio. ....	42



4.2. Prevalencia en el total de cuartos mamarios .....	43
4.3. Prevalencia de mastitis subclínica según el piso altitudinal. ....	45
4.4. Prevalencia de mastitis subclínica según la frecuencia de ordeños. ....	46
4.5. Prevalencia de mastitis subclínica según sistema de pastoreo.....	48
4.6. Prevalencia de mastitis subclínica según la etapa de lactancia. ....	49
4.7. Prevalencia de mastitis subclínica por edad.....	50
4.8. Prevalencia de mastitis subclínica según el número de partos. ....	51
4.9. Prevalencia de mastitis subclínica por UPAs/hato. ....	52
4.10. Prevalencia de mastitis subclínica según la producción hato/día.....	53
4.11. Prevalencia de mastitis subclínica según las actividades pre-ordeño y post-ordeño.....	54
4.12. Análisis de componentes principales de las variables en estudio por vaca.....	55
5. CONCLUSIONES.....	58
6. RECOMENDACIONES.....	59
7. BIBLIOGRAFÍA.....	60
8. ANEXOS.....	69

---

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Número de ganaderías y bovinos analizados con su porcentaje. ....	35
<b>Tabla 2.</b> Prevalencia e intervalo de confianza de mastitis subclínica por hato y por vaca. ....	42
<b>Tabla 3.</b> Prevalencia del total de cuartos mamarios. ....	43
<b>Tabla 4.</b> Prevalencia y grado de mastitis subclínica por cuartos individuales. ....	44
<b>Tabla 5.</b> Relación entre prevalencia de mastitis subclínica y el piso altitudinal (hato). ....	45
<b>Tabla 6.</b> Relación entre prevalencia de mastitis subclínica y frecuencia de ordeño (hato). ....	46
<b>Tabla 7.</b> Relación entre prevalencia de mastitis subclínica y sistema de ordeño (hato). ....	47
<b>Tabla 8.</b> Relación entre prevalencia de mastitis subclínica y sistema de manejo (hato). ....	48
<b>Tabla 9.</b> Relación entre prevalencia de mastitis subclínica y etapa de lactancia (vaca). ....	49
<b>Tabla 10.</b> Relación entre prevalencia de mastitis subclínica y la edad (vaca). ....	50
<b>Tabla 11.</b> Relación entre prevalencia de mastitis subclínica y número de partos (vaca). ....	51
<b>Tabla 12.</b> Relación entre prevalencia de mastitis subclínica y tamaño de UPAs/hato. ....	52
<b>Tabla 13.</b> Relación entre prevalencia de mastitis subclínica y producción hato/día. ....	53
<b>Tabla 14.</b> Relación entre prevalencia de mastitis subclínica valorada en las diferentes actividades pre-ordeño y post-ordeño (vaca). ....	54



<b>Tabla 15.</b> Análisis de componentes principales de las variables en estudio. ....	55
--	----





## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Tres de las principales rutas de transmisión bacteriana durante el ordeño.....	25
<b>Figura 2.</b> Cantones occidentales de la provincia del Azuay. ....	33

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Datos generales. ....	69
<b>Anexo 2.</b> Número de bovinos y composición genética del hato.....	69
<b>Anexo 3.</b> Tipo de ordeño y número de ordeños.....	70
<b>Anexo 4.</b> ¿Realiza las siguientes actividades de manejo e higiene durante el ordeño?.....	70
<b>Anexo 5.</b> Sistema de manejo.....	70
<b>Anexo 6.</b> Registro CMT y producción láctea.....	71
<b>Anexo 7.</b> Prueba de chi cuadrado de la prevalencia de mastitis subclínica según el piso altitudinal. ....	71
<b>Anexo 8.</b> Prueba de chi cuadrado de la prevalencia de mastitis subclínica según la frecuencia de ordeño. ....	72
<b>Anexo 9.</b> Prueba de chi cuadrado de la prevalencia de mastitis subclínica según el tipo de ordeño.....	72
<b>Anexo 10.</b> Prueba de chi cuadrado de la prevalencia de mastitis subclínica según la producción hato/día.....	73
<b>Anexo 11.</b> Prueba de chi cuadrado de la prevalencia de mastitis subclínica según el sistema de manejo.....	73
<b>Anexo 12.</b> Prueba de chi cuadrado de la prevalencia de mastitis subclínica según la etapa de lactancia. ....	74
<b>Anexo 13.</b> Prueba de chi cuadrado de la prevalencia de mastitis subclínica según la edad. ....	74
<b>Anexo 14.</b> Prueba de chi cuadrado de la prevalencia de mastitis subclínica según la el número de partos. ....	75
<b>Anexo 15.</b> Prueba de KaiserMeyer-Olkin y prueba de esfericidad de Bartlett. ....	75



<b>Anexo 16.</b>	<b>Fotos de investigación.....</b>	<b>76</b>
------------------	------------------------------------	-----------

**Cláusula de derechos de autor**

Yo Diana Isabel Coronel Samaniego autora de la tesis **“Prevalencia de mastitis subclínica en ganado bovino lechero de la zona occidental de la provincia del Azuay”**, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Médico Veterinario Zootecnista. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autora.

Cuenca, 04 de Enero de 2017



---

Diana Isabel Coronel Samaniego

C.I: 0106313877

**Cláusula de derechos de autor**

Yo Mónica Isabel Espinosa Suárez autora de la tesis **“Prevalencia de mastitis subclínica en ganado bovino lechero de la zona occidental de la provincia del Azuay”**, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Médico Veterinario Zootecnista. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autora.

Cuenca, 04 de Enero de 2017



Mónica Isabel Espinosa Suárez

C.I: 0106933252

**Cláusula de propiedad intelectual**

Yo Diana Isabel Coronel Samaniego autora de la tesis **“Prevalencia de mastitis subclínica en ganado bovino lechero de la zona occidental de la provincia del Azuay”**, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, 04 de Enero de 2017



Diana Isabel Coronel Samaniego

C.I: 0106313877



**Cláusula de propiedad intelectual**

Yo Mónica Isabel Espinosa Suárez autora de la tesis **“Prevalencia de mastitis subclínica en ganado bovino lechero de la zona occidental de la provincia del Azuay”**, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, 04 de Enero de 2017

Mónica Isabel Espinosa Suárez

C.I: 0106933252

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos primero a Dios por brindarnos la oportunidad de terminar nuestros estudios con éxito y darnos la fuerza para conseguir nuestros logros.

A los Docentes: Yury Murillo M.V.Z.; Luis Eduardo Ayala Guanga PhD; Guillermo Guevara., PhD; Juan Vázquez M.V.Z., Msc; José Luis Pesántez M.V.Z., Msc, y Ramiro Rodas M.V.Z., Msc, quienes nos apoyaron mediante su conocimiento, para el desarrollo de este trabajo.

A nuestra familia, compañeros y amigos quienes nos apoyaron en todo momento para hacer posible esta meta.

*Diana y Mónica*



## DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo a mis padres Galo y Olga, por brindarme su amor, cariño y comprensión, guiándome en cada momento y siendo incondicionales cada día de mi vida; gracias a su apoyo he logrado culminar una más de mis metas.

A mi novio Fernando por dedicarme todo su tiempo, paciencia y amor de forma incondicional durante toda mi etapa estudiantil, gracias a su apoyo he logrado salir adelante siempre.

A mis hermanos: Miriam, Magaly, Holger, Freddy, Alfredo y Ramiro; mis sobrinos y familia en general, quienes me aconsejaron y creyeron siempre en mí les estaré eternamente agradecida.

A mis amigos, compañeros y maestros, con quienes he compartido momentos muy agradables, gracias por su apoyo, enseñanza y amistad.

*Diana Isabel*

## DEDICATORIA

Dedico este proyecto de tesis principalmente a Dios, por haberme dado la vida y porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padres, Rubén y Esperanza por ser los pilares más importantes y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad. Es por ellos que soy lo que soy ahora. Los amo con mi vida.

A mis hermanas Karina, Mercy, Adriana, mi sobrino Alexander y a toda mi familia en general quienes con sus palabras de aliento no me dejaban decaer para que siguiera adelante y siempre sea perseverante y cumpla con mis ideales.

También dedico este proyecto a Mauricio, mi amigo, por creer en mi capacidad y apoyarme en los momentos difíciles en el trascurso de mi carrera brindándome su comprensión, cariño y amor.

A mis compañeros y amigos presentes y pasados especialmente a Juan Diego y Carlos, quienes sin esperar nada a cambio compartieron su conocimiento, alegrías y tristezas y a todas aquellas personas que durante estos cinco años estuvieron a mi lado apoyándome y lograron que este sueño se haga realidad.

*Mónica Isabel*

## 1. INTRODUCCIÓN

La mastitis es considerada un proceso inflamatorio de la glándula mamaria, consecuente a una infección bacteriana provocada por patógenos que ingresan a través del canal del pezón (Fernandez, *et al.*, 2012). Se le considera un síndrome multifactorial al estar involucrados otros factores ya sean físicos, químicos o el manejo en general y otros menos frecuentes como son alergias y neoplasias (Bedolla C. , 2008).

La mastitis subclínica es considerada la más costosa de las enfermedades infecciosas endémicas que afecta a las vacas lecheras. Su impacto radica en la producción, bienestar animal y la calidad de la leche, (Bedolla, Castañeda, & Wolter, 2007); lo que a la vez conlleva a grandes pérdidas económicas ya sea por descarte de los animales, servicios veterinarios y tratamientos.

La vaca lechera tiene una alta probabilidad de padecer mastitis y va a depender del grado de afectación de la ubre para que esta enfermedad se manifieste o permanezca inadvertida. Realizar diagnósticos frecuentes a las ganaderías contribuye a la detección oportuna de la enfermedad y nos ayuda a realizar una terapia adecuada, previniendo los daños que ocasiona está en la glándula mamaria (Relova, *et al.*, 2008).

**1.1. Objetivos:****1.1.1. Objetivo General.**

Valorar la prevalencia de mastitis subclínica y factores que influyen en la presencia de la misma en las ganaderías de los cantones de la zona occidental de la provincia del Azuay.

**1.1.2. Objetivos Específicos.**

- Establecer el grado de mastitis subclínica por cuarto y por vaca en las ganaderías de la zona en estudio.
- Determinar la relación entre la enfermedad y las variables: piso altitudinal, tamaño de UPA, tipo y frecuencia de ordeño, actividades pre-y post-ordeño, sistema de pastoreo, volumen de producción láctea hato/día, días en lactancia, edad y número de partos.

**1.2. Pregunta de investigación.**

¿Las variables piso altitudinal, tamaño de la ganadería, tipo y frecuencia de ordeño, actividades pre y post-ordeño, sistema de pastoreo, días en lactancia, edad y número de partos, así como; el volumen de producción hato/día son factores que influyen en la presentación de mastitis subclínica?

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Anatomía de la glándula mamaria**

#### **2.1.1. Estructura externa**

La ubre: está formada por un conjunto de cuatro glándulas de origen dérmico, se lo considera como una glándula sudorípara modificada, externamente se encuentra cubierta por piel y vellos finos, excepto en los pezones, las glándulas están íntimamente unidas, pero separadas por membranas específicas que las dividen en anteriores y posteriores Avila y Romero, (2010), cada uno de los cuartos es independiente, tiene su propia estructura secretora y se comunica al exterior por su propio pezón (Callejo, 2014).

#### **2.1.2. Estructura interna**

La producción y secreción de la leche corre a cargo de un conjunto de células especializadas que se agrupan en una unidad funcional llamada alveolo, estos forman un lobulillo, y los mismos un lóbulo que desemboca en los conductos galactóforos, estos conductos desembocan en la cisterna y se continúan al exterior por el conducto papilar, del que está separado por unos pliegues de la mucosa, la "roseta de Furstenberg", que junto con el esfínter papilar es de gran importancia para evitar la salida pasiva de la leche (Callejo, 2014).

### **2.2. Fisiología de la lactación.**

En el inicio de la lactancia se producen varios cambios fisiológicos en el cuerpo de la vaca estos son: aumento del volumen sanguíneo, del ritmo cardiaco, aumenta el flujo sanguíneo mamario, hepático y gastrointestinal, que proveen a la glándula mamaria nutrientes y hormonas para la síntesis de leche (Glauber, 2007).

La producción de leche ocurre por una estimulación neurológica que se ocasiona por ciertos factores como: la visualización del ternero, la manipulación de la ubre, el sonido de la máquina de ordeño u otro, este estímulo es transportado al cerebro el cual libera oxitocina en la sangre que actúa en las células mioepiteliales, ocasionando la bajada de la leche (Recabarren , 2008).

Cuando la vaca sufre algún estrés durante el ordeño se produce la liberación de adrenalina bloqueando este proceso.

### **2.3. Mastitis**

Se define como mastitis a la inflamación de la glándula mamaria; generalmente se presenta como una respuesta a la invasión por microorganismos y se caracteriza por daños en el epitelio glandular, (Martínez, 2009). Ocasionando efectos sobre la producción y la calidad de la leche (Barba, 2007). Otra de las causas de este problema serían las mecánicas, químicas; y casi siempre bacteriológicas (Blood y Kenneth, 2002).

### **2.4. Mastitis subclínica**

La mastitis subclínica, es una enfermedad infecciosa del ganado lechero es compleja y altamente costosa, es la principal causa de las pérdidas económicas dentro de un hato, donde la afección de la ubre genera trastornos en el desempeño de la producción que se traduce afectando en forma negativa tanto en calidad como en cantidad. Además, la forma subclínica de la mastitis es el tipo más frecuente e importante debido a su presentación casi imperceptible y de fácil diseminación (Martínez, 2009).

El incremento en la prevalencia de la mastitis subclínica, debido a inapropiadas prácticas en la rutina del ordeño, conduce a un aumento en la propagación de la enfermedad del hato, lo que repercute en altos costos para el productor.

El origen de la inflamación de la glándula mamaria se atribuye a diferentes causas: como factores microbiológicos, entre los cuales se destaca el agente causal *Staphylococcus aureus*; factores ambientales y de manejo, particularmente durante la ordeña; la cual juega un papel determinante en la presencia de la enfermedad (Aguilar, *et al.*, 2014).

La denominación mastitis subclínica hace referencia que a pesar de la existencia de infección en la ubre no existen cambios externos visibles que manifiesten la condición patológica en el animal.

Los signos más importantes son el aumento del contenido celular de la leche y la presencia de los microorganismos causales en la ubre.

En la mastitis subclínica, una gran proporción de las glándulas afectadas no se identifican fácilmente por palpación manual de la ubre, ni por el examen visual y tampoco con la copa de fondo oscuro. Debido a estas circunstancias, el diagnóstico de este tipo de mastitis depende de pruebas como el CMT, que permite identificar el grado de infección subclínica (Blood y Kenneth, 2002).

## **2.5. Prevalencia de mastitis subclínica**

La mastitis es la enfermedad más común en las vacas productoras de leche, representando un 38% del total de las patologías que padecen (López, 2014).

La prevalencia mundial de la infección por microorganismos patógenos en la mastitis es aproximadamente del 50% en las vacas lecheras, y a nivel de infección de los cuartos, del 25% (Blood y Kenneth, 2002).

## **2.6. Clasificación de los agentes causales de la mastitis**

La mastitis contagiosa es causada por los siguientes microorganismos.

- *Staphylococcus aureus*
- *Streptococcus agalactiae*
- *Arcanobacterium pyogenes*
- *Mycoplasma spp*

La mastitis ambiental es producida por gérmenes Gram-negativos asociados al medio ambiente.

- *Escherichia coli*
- *Klebsiella spp*
- *Enterobacter spp*
- *Serratia spp*

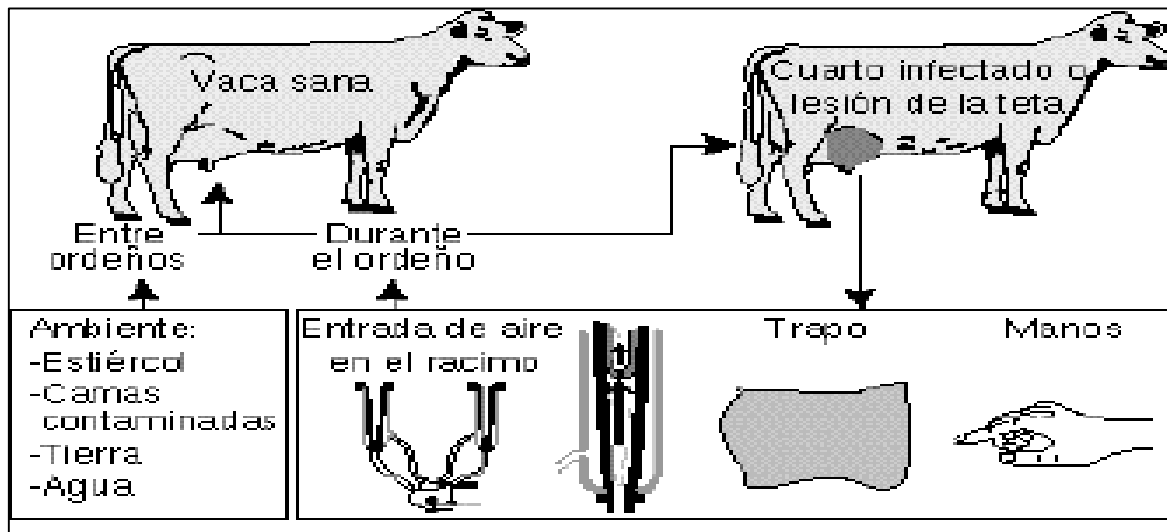
Y algunos Gram positivos como: *Streptococcus uberis* y *Streptococcus dysgalactiae* (Andrade, Caro & Dallos, 2014).

## **2.7. Transmisión de la enfermedad.**

La infección de la enfermedad se transmite desde una vaca infectada a una sana, durante el ordeño a través del equipo, utensilios de ordeño, moscas, las manos del ordeñador si están contaminadas, (Kirk, 2016), también cuando las condiciones de higiene y sistema de ordeño no son adecuadas (Caraguay, 2012) .



**Figura 1.** Tres de las principales rutas de transmisión bacteriana durante el ordeño.



**Fuente:** (Cuzco, 2015).

## 2.8. Patogenia: Fases de la enfermedad.

La invasión de la glándula mamaria se realiza a través del conducto glandular, luego se produce la infección y la inflamación (López Rodríguez, 2014).

### 2.8.1. Invasión

Se produce el ingreso de las bacterias desde el exterior de la ubre hacia el interior a través del canal del pezón, (Wolter y Castaneda, 2002), la punta del pezón es la principal defensa. La invasión se presenta en la mayoría de veces durante el ordeño. Los microorganismos en la punta del pezón son transportados por el canal hacia la cisterna por el aire, cuando existen entradas indeseables de este material en la unidad de ordeño. Después del ordeño el canal permanece abierto por una o dos horas aumentando el riesgo de invasión (Caraguay, 2012).

### 2.8.2. Infección

Es la multiplicación rápida de los gérmenes en el tejido mamario; estableciéndose y diseminándose en la glándula mamaria, el tipo de bacteria determina su

capacidad de multiplicarse en la leche y adherirse al epitelio mamario (López, 2014).

Las bacterias pueden llegar a establecerse en los tejidos o avanzar al ser transportadas por la leche. Estas pueden destruir primero el tejido que recubre a los grandes tubos colectores de leche, ante este ataque los leucocitos establecidos tratan de contrarrestar la invasión al englobar y destruir las bacterias, pero si estas no son totalmente destruidas, pueden seguir multiplicándose e invadir conductos más pequeños y áreas alveolares (Caraguay, 2012).

### **2.8.3. Inflamación**

Una vez que las bacterias han superado la línea de defensa del canal del pezón y alcanzan los tejidos altos, comienza a operar la segunda línea de defensa, que son los factores humorales específicos o inespecíficos, ya sea de tipo humoral o de base celular (Wolter y Castañeda, 2002).

Se produce una reacción del endotelio y de los capilares cercanos a las células alveolares atacadas por las bacterias, se incrementa la permeabilidad de los capilares, liberando proteínas, iones, produciendo edema, los leucocitos migran a los alveolos infectados, aumenta el número de células somáticas provocando cambios en la composición de la leche, esto implica la disminución de producción por la degeneración y lisis de las células alveolares y su reemplazo por tejido conectivo afuncional, (López, 2014).

## **2.9. Influencia de la mastitis subclínica en la calidad composicional de la leche.**

La mastitis subclínica conlleva a una alteración significativa de los componentes químicos como la grasa, proteína, lactosa y contenido de los minerales (Arauz,

2011), aumentando las cualidades indeseables de la leche como lo son las enzimas proteolíticas, sales y rancidez, se reduce también la aptitud quesera y la estabilidad térmica (Alvarado, 2012).

### **2.10. Factores predisponentes de la mastitis.**

Existen varios factores que predisponen a la mastitis, entre los más importantes tenemos los relacionados al estrés, la nutrición y condiciones ambientales, así como aquellos asociados al animal, como son: la edad, número de parto y la etapa de lactancia (Echeverría y Restrepo, 2010).

#### **2.10.1. Factores nutricionales.**

La alimentación de las vacas está encaminado a aumentar la producción lechera, haciendo que estas sufran una mayor tensión fisiológica, que puede llegar a producir mastitis. Las deficiencias alimenticias también producen vacas débiles, lo que las hace mucho más propensas a una infección en la ubre (Wolter y Castaneda, 2002).

#### **2.10.2. Higiene.**

Es uno de los factores más importantes que influyen en la predisposición a la mastitis. La falta de higiene de los ordeñadores, utilización de agua de mala calidad, en el sistema de lavado de los implementos y equipo de ordeño, falta de lavado, desinfección de la glándula en el pre-ordeño y la no desinfección del pezón post ordeño (Magandi, 2008).

**2.10.3. Estrés.**

Las vacunaciones, calor excesivo, falta de alimento, confinamiento, etc., son factores estresantes que van a reducir la producción láctea y concentrara las células elevando el conteo de células somáticas por ml de leche (Rivera, 2014).

**2.10.4. Edad.**

A mayor edad hay más predisposición, debido la dificultad de curación de las heridas en los pezones, lo que provoca el ingreso de microorganismos al canal del pezón produciendo mastitis.

**2.10.5. Máquina de ordeño e instalaciones.**

El equipo de ordeño es un factor que contribuye en gran medida a la incidencia de mastitis si no se da un correcto mantenimiento del mismo.

Las principales medidas que se deberían tomar son:

- Presellado de pezones.
- Sellado: Después del ordeño el canal del pezón queda abierto por un tiempo que va hasta 2 horas.
- Terapia de secado: Se debe hacer dos meses antes de la fecha probable del parto, esto para la prevención de la mastitis clínica a partir del secado y la cura de las mastitis subclínica de la lactancia anterior para que después del parto entren con bajos recuentos de células somáticas (Barba Padilla, 2007).

**2.11. Prueba de campo.**

Entre estas tenemos, prueba de CMT, prueba de palpación, prueba de Wisconsin, prueba con papel indicador, prueba de fondo negro.

### **2.11.1. California Mastitis Test:**

Es una prueba sencilla y útil para determinar la mastitis subclínica ya que valora el recuento de células somáticas, esta no proporciona resultados numéricos, sino más bien indican un recuento elevado a bajo, por lo que cualquier reacción se considera sospechoso (Bedolla y Castañeda, 2007).

La prueba de california para mastitis posee una sensibilidad del 97% y una especificidad del 93% y una de sus principales ventajas es que esta técnica se puede utilizar en una muestra de cuartos y en una de tanque.

### **2.11.2. Fundamento.**

La prueba consiste en el agregado de un detergente a la leche, el alquil- lauril sulfonato de sodio causando la liberación del ADN de las células presentes y este se convierte en combinación con agentes proteicos de la leche en una gelatina, traduciéndose en una lectura o interpretación del resultado como el grado más elevado de inflamación. Además, la prueba posee un colorante (purpura de bromocresol) que indica cambios de pH ocurridos en la leche a raíz de la inflamación.

El CMT mide en forma indirecta el número de células somáticas/ml. Normalmente la leche de una glándula mamaria sana tiene menos de 100.000 cel /ml, donde el 80% de las células son macrófagos y el 20% o menos corresponden a neutrófilos (Rivera, 2014).

### **2.11.3. Procedimiento para la toma de muestras de leche.**

Una vez que se va a realizar el ordeño se debe lavar, enjuagar y secar la ubre, se eliminan los dos primeros chorros de leche antes de tomar la muestra, luego extraemos de cada cuarto, 2 ml de leche y lo depositamos en cada una de las copas de la paleta (Colango, 2012). Posteriormente, se añade una cantidad igual de reactivo y se inicia un proceso suave de rotación durante 15 a 20 segundos y se procede a leer o interpretar la prueba de inmediato (Rivera, 2014).

### **2.11.4. Interpretación del CMT.**

De acuerdo al protocolo establecido por Gómez, *et al.*, (2014), la interpretación se basará en la siguiente clasificación:

- Negativo (sin formación de gel)
- Trazas (negativo y positivo)
- Leve + (gel mucoso)
- Moderado ++ (formación de gel denso y floculento)
- Abundante +++ (El gel se vuelve viscoso y pegajoso).

Por lo tanto en nuestra investigación consideraremos las trazas como negativo.

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Materiales.**

##### **3.1.1. Materiales de campo.**

Overol, botas, paletas plásticas para CMT, reactivo en solución para detección de mastitis (CMT), encuestas, esferos, guantes quirúrgicos, jeringas, GPS, cámara fotográfica, leche, personal técnico, ganaderos, vehículo.

##### **3.1.2. Materiales de oficina.**

Computadora, programas estadísticos (SPSS® versión 22, Microsoft Excel).

#### **3.2. Métodos.**

Investigación básica, cuasi-experimental, descriptiva.

##### **3.2.1. Área de estudio.**

La investigación se realizó en 4 cantones de la zona occidental de la provincia del Azuay, los mismos que son: Girón, San Fernando, Santa Isabel y Pucará.

En el cantón Ponce Enríquez no se realizó la toma de muestras debido a que en esta zona solo se realiza la producción de ganado de carne.

##### **Cantón Girón**

El cantón Girón se divide en tres parroquias: Girón, San Gerardo y La Asunción. La temperatura oscila entre los 8 a 15 °C con un clima frío húmedo y una altitud de 2.162 m.s.n.m. (Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Girón, 2015).

##### **Cantón San Fernando:**

San Fernando se encuentra ubicado geográficamente en la zona central de la provincia del Azuay a 2.650 m.s.n.m. con una temperatura promedio de 12 °C en el centro, 7°C en la parte alta y 20°C en la parte baja (Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón San fernando, 2013).

**Cantón Santa Isabel**

El cantón Santa Isabel se encuentra al sur de la provincia del Azuay, en este cantón encontramos las parroquias Santa Isabel, Abdón Calderón (La Unión), El Carmen de Pijilí y Shaglli. Presenta una temperatura promedio de 18 °C. Este cantón se encuentra a una altitud que va desde los 100 hasta los 4.000 m.s.n.m. (Mosquera, 2014).

**Cantón Pucará**

Ubicado en el extremo sur occidental de la Provincia del Azuay, a 150 km de la ciudad de Cuenca, cuenta con 2 parroquias que son: San Rafael de Sharon y San Juan Bautista de Pucará. La cabecera cantonal está ubicada a 3.200 m.s.n.m y las temperaturas medias anuales oscilan entre los 24 - 26°C (Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Pucará, 2012).



**Figura 2.** Cantones occidentales de la provincia del Azuay.



**Fuente:** Quezada, (2015).

### **3.2.2. Población en estudio.**

#### **3.2.2.1. Muestra.**

El presente trabajo de titulación al ser un componente que proporcionará información al proyecto “Identificación de razas bovinas autóctonas del Azuay: caracterización morfométrica”, que se ejecuta por parte del grupo de investigación de Producción Animal de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, período 2015-2017 y del cual formamos parte de esta investigación.

Para este estudio se tomó como universo las 3.824 UPAs que se encuentran registradas en la base de datos del SIFAE (Sistema de Información de Fiebre Aftosa del Ecuador), de la Agencia Ecuatoriana Aseguramiento de la Calidad del Agro (Agrocalidad) del año 2014, segunda fase de vacunación.

A partir de este número de UPAs se determinó la muestra para cada uno de los cantones: Girón, San Fernando, Santa Isabel y Pucará lugares donde se llevó a cabo el mencionado estudio.

Para obtener una muestra representativa el proyecto madre ha dividido el total del universo en dos grupos:

En el primer grupo se ubicó las UPAs que poseen menos de 30 animales en los cantones de la zona occidental de la provincia del Azuay y que son en total 3.619, al tratarse de una población finita se utilizará la siguiente formula:

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

En donde: N= Total de la Población de UPAs (3.619); Z2= Nivel de confianza (95%); p= Proporción esperada (50%); q= 1-p; d= precisión (3%). La fórmula determina una muestra de 304 UPAs en este grupo. Para la distribución de la muestra en las diferentes parroquias de la provincia se utilizó conglomerados; además, se determinaron tres categorías de UPAs en cada cantón; categoría uno (UPAs con 1 a 10 animales), categoría dos (11 a 20 animales), categoría tres (21 a 30 animales). A las UPAs de más de 31 animales que ascienden a 205, se les ubicarán en el segundo grupo. Al ser un número reducido y con la finalidad de obtener suficiente información se procederá a estudiar la totalidad de estas UPAs. Finalmente por logística este grupo será clasificado en tres categorías; primera (UPAs con 31 a 50 animales), segunda (51 a 100 animales), tercera (101 en adelante) y distribuidos en los diferentes cantones de la provincia como el grupo anterior.

En el cantón Ponce Enríquez no se realizó la toma de muestras debido a que en esta zona solo se realiza la producción de ganado de carne.

Por lo tanto, el total de ganaderías que fueron analizadas en el presente trabajo fueron de 425, distribuidas en 4 cantones (Tabla 1).

**Tabla 1.** Número de ganaderías y bovinos analizados con su porcentaje.

Cantón	Ganaderías				Bovinos	
	<30	>30	Total	%	N	%
Girón	93	27	120	28,2	840	34,8
San Fernando	64	18	82	19,3	612	25,4
Santa Isabel	74	13	87	20,5	392	16,2
Pucará	121	15	136	32,0	569	23,6
Total	352	73	<b>425</b>	100	<b>2413</b>	100

<30= ganaderías con menos de 30 animales; >30= ganaderías con más de 30 animales; N= número de bovinos por UPA.

### 3.2.2.2. Animales analizados.

En este estudio se muestrearon 2.413 vacas en ordeño pertenecientes a 425 hatos.

#### Criterios de inclusión:

- UPAs que estén registradas dentro de la base de datos del SIFAE de Agro calidad, segunda fase de vacunación de aftosa 2014.
- Ganaderías que tengan por lo menos una vaca en producción.

#### Criterios de exclusión:

- Animales con condición corporal por debajo de 2 en escala de 1 a 5.
- Hembras que tengan 7 meses de gestación.
- Animales que presenten enfermedades al momento del muestreo.

### 3.2.3. Variables en estudio.

Para conocer la prevalencia de mastitis subclínica en los hatos ganaderos de la zona occidental de la provincia del Azuay, este trabajo analizó las siguientes variables.

### **3.2.3.1. Variables productivas:**

- Piso altitudinal.
- Tamaño de las UPAs/hato.
- Tipo y frecuencia del ordeño.
- Actividades pre y post-ordeño.
- Volumen de producción hato/día.
- Sistema de pastoreo.
- Días de lactancia.
- Número de partos y edad.

### **3.2.3.2. Piso Altitudinal.**

Para esta variable se tomó como base el mapa de la provincia del Azuay dividido en cantones. Con ayuda de un GPS se georreferenció las diferentes ganaderías analizadas, procediendo a obtener la altura y coordenadas, para luego mediante Google Maps ubicarlas en el mapa establecido por el Ministerio del Ambiente (2013).

- Piemontano: 400-1200 m.s.n.m.
- Montano Bajo: >1.200 – 2000 m.s.n.m.
- Montano: >2000 – 3000 m.s.n.m.
- Montano Alto: >3000 m.s.n.m.

Los datos para todas las variables se obtuvieron de las encuestas realizadas a los ganaderos en el campo (Anexo 1).

Es importante mencionar que Ecuador cuenta con una diversidad de climas determinados por el piso altitudinal. Se considera que el Ecuador Andino en

promedio tiene un decrecimiento de 1°C por cada 200 metros de elevación, en el rango de 0 a 800 m.s.n.m. existen temperaturas que oscilan entre 24 a 26°C, este clima es denominado Ecuatorial Cálido; de 801 a 1.800 m.s.n.m. denominado Subtropical Subandino con temperaturas de 18 a 24 °C; a partir de 1801 a 2.500 m.s.n.m. conocido como Templado Subandino con 15 a 18 °C; entre 2.500 a 3.200 m.s.n.m llamado Temperado Interandino con temperaturas de 10 a 15 °C; de 3.200 a 4.500 m.s.n.m se lo conoce como Frío Andino con 3 a 10°C, y por último de los 4.500 en adelante denominándose Gélido o Frío de los Nevados variando su temperatura entre 1 a -6 °C (Abril, 2005).

### **3.2.3.3. Tamaño de UPA.**

Las UPAs a muestrear según lo establecido por el proyecto madre “Identificación de razas bovinas autóctonas del Azuay: caracterización morfométrica”, se clasifico las UPAs de acuerdo a lo establecido por INEC, (2001) y Garzón y Suquitana, (2016).

- Pequeña: <5 animales/UPA.
- Mediana: 5-30 animales/UPA.
- Grande: >30 animales/UPA (Anexo 2).

### **3.2.3.4. Tipo de ordeño.**

#### **➤ Sistema de ordeño.**

En los cantones de estudio se realiza el ordeño rutinario de los animales tanto el sistema de ordeño de forma manual y mecánico.

Se determinó visualmente durante la visita a las ganaderías.

- Ordeño manual: potrero, establo.
- Ordeño mecánico: potrero, establo (Anexo 3).

➤ **Numero de ordeños.**

Para determinar el número de ordeños se tomaron los datos de las encuestas realizadas a los ganaderos en el campo.

- Un ordeño/día.
- Dos ordeños/día (Anexo 3).

**3.2.3.5. Actividades pre y post-ordeño.**

Se tomó en cuenta las siguientes actividades de ordeño;

- Lavado de ubre
- Secado
- Despunte
- Pre-sellado
- Sellado (Anexo 4).

**3.2.3.6. Volumen de Producción.**

Para el estudio de esta variable nos basamos en lo establecido por Garzón y Suquitana, (2016) clasificando de la siguiente manera.

Producción hato/día.

Ganaderías con:

- Baja producción: < 18 litros/ hato.
- Mediana producción: entre 18 y 420 litros/hato.
- Alta producción: > 420 litros/hato (Anexo 6).

**3.2.3.7. Sistema de Pastoreo.**

Para el sistema de pastoreo se realizó la siguiente clasificación.

- Pastoreo libre.
- Pastoreo al sogueo.

- Pastoreo con cerca eléctrica (Anexo 5).

#### **3.2.3.8. Etapa de lactancia**

Para el estudio de esta variable utilizamos la clasificación establecida por Ramírez, (2014).

- Primer tercio:  $\leq 100$  días.
- Segundo tercio: 101 a 200 días.
- Tercer tercio:  $> 200$  días.

#### **3.2.3.9. Número de partos**

Por facilidades de estudio para esta variable nos basamos en la siguiente clasificación.

- 1= 1- 3 partos.
- 2=  $> 3$  partos.

#### **3.2.3.10. Edad**

Por facilidades de estudio para esta variable nos basamos en la siguiente clasificación.

- 1= $\leq 5$  años.
- 2= $> 5$  años.

#### **3.2.3.11. Variable mastitis subclínica:**

##### **▪ Prevalencia mastitis subclínica.**

Se determinó por el número de casos positivos al test de CMT, expresado en porcentaje, se entiende por vaca positiva, cuando esta presenta un cuarto afectado. La prevalencia de mastitis subclínica se procesó de acuerdo con las siguientes formulas epidemiológicas.

- Prevalencia en vacas (P) =  $(N^{\circ} \text{ de vacas positivas} / N^{\circ} \text{ total del vacas}) \times 100$ .
- Prevalencia en el total de cuartos mamarios (PTC) =  $(N^{\circ} \text{ de cuartos positivos} / N^{\circ} \text{ total de cuartos}) \times 100$ .
- Prevalencia de los cuartos mamarios individuales (PCI) =  $(N^{\circ} \text{ de cuartos positivos por posición} / N^{\circ} \text{ total de cuartos por posición}) \times 100$ , Gómez, (2014).

▪ **Grado de mastitis subclínica.**

Para determinar el grado de mastitis subclínica se realizó el test de California Mastitis Test (CMT) al momento del ordeño, para ello se realizaron los siguientes pasos:

- Lavar, enjuagar y secar la ubre.
- Eliminar los dos primeros chorros de leche antes de tomar la muestra.
- Extraer de cada cuarto, 2 ml de leche aproximadamente, depositándolo en cada una de las copas de la paleta.
- Añadir igual volumen de CMT a cada una de las copas.
- Mezclar durante 10 segundos haciendo una ligera rotación circular de la paleta mantenida en posición horizontal (Colango, 2012).
- Lectura antes de los 20 segundos.

De acuerdo al protocolo establecido por Colango (2012), la interpretación se basará en la siguiente clasificación:

- Negativo (sin formación de gel)
- Leve + (gel mucoso)
- Moderado ++ (formación de gel denso y floculento)
- Abundante +++ (El gel se vuelve viscoso y pegajoso) (Anexo 6).



Sin embargo Gómez et al., (2015), menciona que se puede considerar el grado trazas como positivo o negativo, por lo tanto en esta investigación el grado trazas se consideró como negativo.

#### **3.2.4. Análisis estadístico.**

La sistematización de la información se realizó a través del Programa Microsoft Excel, y el procesamiento de datos, a través del Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales (SPSS) versión 22.

Las pruebas estadísticas que se aplicaron para la comparación de variables fueron, pruebas de Chi cuadrado a un nivel de significancia del 0,05. Se generaron proporciones poblacionales con el 95% de confianza considerando la prevalencia general con respecto a cada uno de los factores.

Para el resumen de la información se usaron tablas de contingencia, además de las tablas de frecuencia general y segmentada para cada uno los factores considerados anteriormente.

También se utilizó un análisis de componentes principales para las variables en estudio.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

##### 4.1. Prevalencia del total de vacas en estudio.

Para determinar la prevalencia de mastitis subclínica bovina, en los cantones occidentales de la provincia del Azuay, se aplicó la prueba de California Mastitis Test (CMT) a 9.652 muestras de leche, provenientes de cuartos individuales; de un total de 2.413 vacas en producción, pertenecientes a 425 ganaderías.

**Tabla 2.** Prevalencia e intervalo de confianza de mastitis subclínica por hato y por vaca.

	N	Porcentaje	Intervalo de confianza a 95%		
			EE	Inferior	Superior
<b>Hato</b>					
Prevalencia	317/425	74,6	2,1	70,1	78,8
<b>Vaca</b>					
Prevalencia	1016/2413	42,1	1,0	40,2	44,1

*N=frecuencia de casos en estudio; EE=error estándar*

La tabla 2. Muestra la prevalencia total de casos positivos y negativos de mastitis subclínica; se evaluaron 2.413 vacas en ordeño, por medio de la prueba de CMT se encontró una prevalencia de (42,1%), siendo 1.016 vacas positivas a mastitis subclínica. Estos valores coinciden con los encontrados por Pezantes y Rosario, (2016), que reportaron un 40,7% de prevalencia de mastitis subclínica en bovinos de la zona oriental de la provincia del Azuay, al igual que Caraguay (2012), quien determinó una prevalencia de 44,3% en ganaderías de la parroquia Chantaco del cantón Loja. Datos similares fueron aportados por Fonseca, (2014) y Ramirez, *et al.*, (2011) quienes obtuvieron un 39,47 % y 39,5% de mastitis subclínica respectivamente. Sin embargo, están por debajo de los reportados por Santiváñez,

*et al.*, (2013) en la ganadería del distrito Tamburco (Perú), quienes detectaron una prevalencia de 65,55%.

Colango (2012), en la comunidad de Paquiestancia, Cayambe en el primer muestreo obtuvo el 64% de vacas con presencia de mastitis subclínica, siendo similar a la prevalencia obtenida por Almeida, (2015) que fue de 60% en el centro de acopio de leche de la comunidad San Pablo Urco (Cayambe).

Por otro lado, de los 425 hatos analizados 317 resultaron positivas a CMT con una prevalencia 74,6%. Estos datos se encuentran dentro de los mencionados por Pezantes y Rosario, (2016) quienes obtuvieron una prevalencia de 64,5% en los hatos de la zona oriental de la provincia del Azuay.

#### **4.2. Prevalencia en el total de cuartos mamarios de las vacas en estudio.**

**Tabla 3.** Prevalencia del total de cuartos mamarios.

Prevalencia		
	N	%
<b>Cuartos</b>	2.041	21,2

*N=número de casos positivos.*

De los 9.652 cuartos mamarios estudiados se obtuvo una prevalencia total del 21,2%, correspondientes a 2.041 cuartos afectados; resultados similares proporcionó la investigación realizada por Pezantes y Rosario, (2016) quienes obtuvieron una prevalencia de 20,88%; esta prevalencia es mucho menor a 42,27 % reportado por Santivañez, *et al.*, (2013) en el distrito de Tamburco (Perú). Pastor y Bedolla, (2008), quienes reportaron una prevalencia de cuartos afectados con mastitis subclínica de 43,14% en el municipio de Tarímbaro (Michoacán, México),

estos resultados se debían a la falta de conocimiento de los ganaderos sobre las buenas prácticas de ordeño.

#### 4.2.1. Prevalencia y grado de mastitis subclínica en los cuartos mamarios.

**Tabla 4.** Prevalencia y grado de mastitis subclínica por cuartos individuales.

Cuartos									
Grado	AD		AI		PD		PI		P
	N	%	N	%	N	%	N	%	
Negativo	1897	78,6	1923	79,7	1868	77,4	1923	79,7	0,48
Leve	257	10,7	260	10,8	273	11,3	259	10,7	
Moderado	173	7,2	144	6,0	181	7,5	157	6,5	
Abundante	86	3,6	86	3,6	91	3,8	74	3,1	
<b>Prevalencia</b>	516	21,4	490	20,3	545	22,6	490	20,3	0,16

AD=cuarto anterior derecho; AI= cuarto anterior izquierdo; PD=cuarto posterior derecho; PI=cuarto posterior izquierdo;  $P < 0,05$  significancia prueba de Chi cuadrado; N= Frecuencia de casos; %= porcentaje.

Al estudiar la prevalencia de mastitis subclínica, en los diferentes cuartos mamarios valorados por posición; se encontró que no existe diferencia significativa ( $P > 0,05$ ) entre estos. Estos datos son cercanos a los resultados hallados por Pezantes y Rosario (2016), en los cuáles no existe diferencia significativa entre cuartos. Aguilar, *et al.*, (2014) y Colango, (2012) mencionan que los cuartos posteriores de los animales son mas susceptibles a presentar mastitis, esto debido a que fisiológicamente los cuartos posteriores producen mayor cantidad de leche.

#### 4.3. Prevalencia de mastitis subclínica según el piso altitudinal.

**Tabla 5.** Relación entre prevalencia de mastitis subclínica y el piso altitudinal (hato).

Piso Altitudinal					
	Piemontano	Montano Bajo	Montano	Montano Alto	P
<b>Frecuencia</b>	5	27	156	129	0,02
<b>Prevalencia</b>	50,0	60,0	76,5	77,7	

$P < 0,05$  significancia prueba de Chi cuadrado

Al analizar la tabla 5 se determinó que la prevalencia es significativa ( $P < 0,05$ ) entre las diferentes clasificaciones, piemontano, montano bajo, montano y montano alto, por lo tanto se encuentra una mayor prevalencia de mastitis subclínica en montano alto con un 77,7%. Estos resultados difieren con los de Pezantes y Rosario, (2016), quienes encontraron diferencias significativa ( $P < 0,05$ ) entre montano bajo y montano alto, acentuándose mayormente en hatos ubicados a menos de 2000 msnm (100%). Sin embargo, la National Mastitis Council, (2016) menciona que en climas fríos se produce el congelamiento y el agrietado de la piel del pezón, constituyendo una lesión y encontrándose en las mismas uno de los agentes causales de la mastitis como es el *Staphylococcus aureus*.

#### 4.4. Prevalencia de mastitis subclínica según la frecuencia de ordeños.

**Tabla 6.** Relación entre prevalencia de mastitis subclínica y frecuencia de ordeño (hato).

Frecuencia de ordeño			
	Una vez	Dos veces	<i>P</i>
<b>Frecuencia</b>	236a	81b	
<b>Prevalencia</b>	71,5	85,3	0,00

$P < 0,05$  significancia prueba de Chi cuadrado

Existe diferencia significativa ( $P < 0,05$ ), entre la prevalencia de mastitis subclínica y número de ordeños, dando como resultado el mayor porcentaje cuando se ordeña dos veces al día (85,3%). Podemos decir que este resultado se debe a que en ganaderías en donde se realizan 2 ordeños, tienen ganado de alta producción; por esta razón se puede decir también que mientras más ordeños se realicen al día existe un aumento de producción de leche.

Resultados similares fueron encontrados por Pezantes y Rosario (2016), quienes reportaron mayor prevalencia de mastitis subclínica en ganaderías donde se realizan dos ordeños con un porcentaje del 83,2%.

#### 4.5. Prevalencia de mastitis subclínica según el sistema de ordeño.

**Tabla 7.** Relación entre prevalencia de mastitis subclínica y sistema de ordeño (hato).

Ordeño			
	Mecánico	Manual	<i>P</i>
<b>Frecuencia</b>	14 <sup>a</sup>	303 <sup>b</sup>	
<b>Prevalencia</b>	100,0	73,7	0,02

*P* < 0,05 significancia prueba de Chi cuadrado

En las ganaderías estudiadas según el sistema de ordeño, se obtuvieron diferencias significativas ( $P < 0,05\%$ ) entre el ordeño manual y mecánico (73,7% y 100%), siendo este último el de mayor prevalencia. Esta información es similar a lo reportado por Pezantes y Rosario, (2016) en la zona oriental de la provincia del Azuay, donde el ordeño mecánico presentó un mayor porcentaje de prevalencia (94,7%), señalando que esto podría deberse al manejo inadecuado de las máquinas ordeñadoras. Otro estudio realizado por Rodríguez, (2006) comenta que existe un mayor efecto de la infección en hatos con ordeño mecánico donde se encontró un 61,2% de prevalencia de mastitis subclínica. Ruiz, *et al.*, (2011) en Pernambuco, Brasil; reportaron valores inferiores a los encontrados en nuestro estudio, en la que los rebaños ordeñados mecánicamente tuvieron una prevalencia de mastitis subclínica de 49,4%.

Faría, *et al.*, (2005), señala que el ordeño mecánico permite que las bacterias se transmitan entre vacas y cuartos, esto debido a las variaciones en la presión de vacío, desgaste de las pezoneras, el sobre-ordeño y porque no existe una

preparación adecuada de la ubre antes del ordeño, incrementando la contaminación de la misma.

#### 4.6. Prevalencia de mastitis subclínica según sistema de pastoreo.

**Tabla 8.** Relación entre prevalencia de mastitis subclínica y sistema de manejo (hato).

Sistema de pastoreo				
	Sogueo	Cerca eléctrica	Libre	<i>P</i>
<b>Frecuencia</b>	214 <sup>a</sup>	80 <sup>b</sup>	23 <sup>a</sup>	0,00
<b>Prevalencia</b>	70,9	88,9	69,7	

$P < 0,05$  significancia prueba de Chi cuadrado

De acuerdo a la clasificación del sistema de pastoreo la prevalencia de mastitis subclínica se comporta de manera similar entre el sistema de pastoreo por sogueo y el libre sin existir diferencia significativas entre los dos. Sin embargo, estos difieren del sistema por cerca eléctrica en el cuál se observa una mayor prevalencia de mastitis subclínica (88,9%). Estos resultados pueden deberse a que en el sistema por cerca eléctrica algunos ganaderos mantienen una gran cantidad de animales en espacios reducidos en donde puede haber intercambio de microorganismos. Se golpean entre ellos y presencia de ruido pueden aumentar los niveles de estrés haciendo menos eficiente su sistema inmune, siendo más susceptibles a enfermarse y a contraer mastitis. En el estudio realizado por Pezantes y Rosario, (2016) se obtuvo resultados similares con 94% de prevalencia de mastitis subclínica en el sistema de pastoreo por cerca eléctrica.

INTA, (2010), expresa que los sistemas pastoriles presentan menor incidencia de mastitis (24,2%) que los sistemas confinados (42,8%). Por lo tanto, las pérdidas de vacas por descarte y muerte debido a mastitis se incrementan con el confinamiento.



Sin embargo Jara y Maldonado, (2011) mencionan que el sistema por cerca eléctrica, es una forma controlada de pastoreo en la cuál se puede prevenir la mastitis.

#### 4.7. Prevalencia de mastitis subclínica según la etapa de lactancia.

**Tabla 9.** Relación entre prevalencia de mastitis subclínica y etapa de lactancia (vaca).

Etapa de lactancia				
	Primer tercio	Segundo tercio	Tercer tercio	<i>P</i>
<b>Frecuencia</b>	278 <sup>a</sup>	403 <sup>b</sup>	335 <sup>c</sup>	0,00
<b>Prevalencia</b>	32,1	42,1	56,9	

*P* < 0,05 significancia prueba de Chi cuadrado

De acuerdo a la etapa de lactancia, la mastitis se comporta de manera diferente en relación a cada tercio existiendo diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre la prevalencia de mastitis subclínica y el primero, segundo y tercer tercio de lactancia; encontrando que las vacas que estaban en el tercer tercio de lactancia tienen mayor prevalencia de mastitis subclínica con un (56,9%). Chasi, (2015), por el contrario encontró en su estudio realizado en Cayambe-Ecuador que los animales en la segunda etapa de lactancia (4-6 meses) presentaron el 50%. De igual manera Gebrekrustos, *et al.*, (2012), indica que la prevalencia de mastitis subclínica fue de 47,6%, 61,5% y 53,4% sobre la primera, media y última etapa de la lactancia, respectivamente. Reportes similares se obtuvieron de Mureithi y Njuguna, (2016) donde las vacas en lactación mediana tienen una mayor prevalencia de mastitis subclínica (77,8%) en comparación con las vacas en lactancia temprana (>90 días)

con una prevalencia de 44,7% y la lactancia tardía (> 180 días) con una prevalencia de 54%.

#### 4.8. Prevalencia de mastitis subclínica por edad.

**Tabla 10.** Relación entre prevalencia de mastitis subclínica y la edad (vaca).

Edad			
	≤5 años	>5 años	<i>P</i>
<b>Frecuencia</b>	462 <sup>a</sup>	554 <sup>b</sup>	0,00
<b>Prevalencia</b>	35,6	49,6	

$P < 0,05$  significancia prueba de Chi cuadrado

En la tabla 10. Se puede observar que la prevalencia de mastitis subclínica de acuerdo a la edad, es significativa ( $P < 0,05$ ) entre los animales que tienen menos de 5 años con un porcentaje de 35,6%, encontrando mayor presencia de la enfermedad en los animales superiores a los 5 años de edad con un porcentaje de 49,6 %. Caraguay, (2012) en un estudio realizado en Loja, indica que todas las muestras analizadas en cuanto a la edad de los animales, las más propensas a presentar mastitis subclínica son los animales de 4 años en adelante, con un porcentaje del 66,67 %, y los menores a 4 años son menos susceptibles, con solo el 6,94 %. Por lo que Williams, *et al.*, (2014) menciona que la leche de vacas viejas tiene un mayor número de células somáticas por la continua exposición a microorganismos, además que el sistema inmunológico de las vacas viejas es ineficiente en comparación con las vacas jóvenes, lo que contribuye al aumento de la tasa de infección.

Escobar y Mercado, (2008), agregan además que los animales más viejos generalmente tienen un canal más dilatado, explicando esto en parte, porque los animales adultos son más susceptibles a las infecciones intramamarias.

#### 4.9. Prevalencia de mastitis subclínica según el número de partos.

**Tabla 11.** Relación entre prevalencia de mastitis subclínica y número de partos (vaca).

Partos			
	1-3 partos	>3 partos	P
<b>Frecuencia</b>	584 <sup>a</sup>	432 <sup>b</sup>	0,00
<b>Prevalencia</b>	37,5	50,5	

*P=<0,05 significancia prueba de Chi cuadrado.*

Al comparar la prevalencia de mastitis subclínica entre el número de partos de las vacas, se observa que existe diferencia significativa ( $P<0,05$ ), entre cada grupo de partos, encontrándose mayor prevalencia en los animales que tienen más de 3 partos con un 50,5% en comparación a los animales que han tenido menos de 3 partos que presentaron únicamente un 37,5%. Estos datos concuerdan con los de Rivera, (2014) realizado en el rancho los Peiranos-Nicaragua donde las vacas de 4 a 6 partos presentan la mayor prevalencia de mastitis subclínica con un 35%, mientras que las vacas de 1 a 3 partos representan la menor afectación con un 15%. Caraguay, (2012) agrega que los animales más susceptibles a mastitis subclínica son los animales mayores a 5 partos con 85,7%. Los resultados de Chasi, (2015), difieren con nuestra investigación ya que ella determina que el mayor porcentaje de mastitis se encuentra en vacas de tercer parto con el 35,30%. (Laevens, et al., 1997; Azócar, 2001) mencionan que ha mayor número de partos

existe un aumento en el caso de mastitis, debido a una mayor exposición a infecciones intramamarias y traumas, lo que deriva en un aumento del riesgo para el desarrollo de la enfermedad (Rivera, 2014).

#### 4.10. Prevalencia de mastitis subclínica por UPAs/hato.

**Tabla 12.** Relación entre prevalencia de mastitis subclínica y tamaño de UPAs/hato.

UPAs/hato				
	Pequeña	Mediana	Grande	<i>P</i>
<b>Frecuencia</b>	51 <sup>a</sup>	197 <sup>b</sup>	69 <sup>c</sup>	0,00
<b>Prevalencia</b>	56,7	75,2	94,5	

$P < 0,05$  significancia prueba de Chi cuadrado.

Al analizar la variable tamaño de UPAs podemos observar que existe diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre la prevalencia de mastitis subclínica y el tamaño de la UPA, por lo tanto se establece que las UPAs grandes presentan la mayor prevalencia (94,5%) de mastitis subclínica. La investigación realizada por Pezantes y Rosario, (2016) arrojó datos similares en la cuál las UPAs grandes tienen 95,7%. Velásquez y Vega , (2012) en su investigación en la provincia de Huaura, Lima también obtuvieron datos similares con un 52,6% de mastitis subclínica en los hatos grandes. Ramírez, (2015) explica que en las unidades productivas pequeñas hay 3 veces más riesgo de contraer mastitis que en las medianas y grandes y explica que la mala higiene de ubre, y del lugar de ordeño que se maneja en un establo pequeño hace que estos resultados sean posibles.

Manjarrez, *et al.*, (2012), dice que la mayor frecuencia de infección (30.7%) se obtuvo en los hatos con una población entre 13 y 18 vacas.

**4.11. Prevalencia de mastitis subclínica según la producción hato/día.****Tabla 13.** Relación entre prevalencia de mastitis subclínica y producción hato/día.

Producción hato/día				P
	Baja	Mediana	Alta	
<b>Frecuencia</b>	112 <sup>a</sup>	202 <sup>b</sup>	3a, <sup>b</sup>	0,00
<b>Prevalencia</b>	58,3	87,8	100,0	

$P < 0,05$  significancia prueba de Chi cuadrado.

Existe diferencia significativa ( $P < 0,05$ ) entre la prevalencia de mastitis subclínica y los hatos de baja, mediana y alta producción, siendo los hatos de alta producción los que mayor porcentaje obtuvieron (100%). Por esta razón Vélez , (2015), en su estudio realizado en vacas Lucerna y sus cruces en Pereira, agrega que existe un aumento de la prevalencia de mastitis subclínica cuando aumenta la producción de leche en las vacas, este comportamiento también fue reportado en la raza Holstein, por lo que se puede decir que las vacas Lucerna y las Holstein, son más propensas a padecer mastitis a medida que producen mayor cantidad de leche al día. Otra investigación elaborada por Mureithi & Njuguna, (2016) indican que en una producción de más de 15 litros hay una mayor prevalencia con 66,7% en comparación con las vacas de menos de 15 litros de producción, esto debido a que a mayor producción los tejidos glandulares son más propensos a infecciones aumentando los casos de mastitis. Kayesh, Talukder, & Anower, (2014) informan en su investigación en el Distrito de Barisal en Bangladesh que la mayor prevalencia de mastitis subclínica fue de 71.43% y que se encuentra en el ganado de leche de mediana producción entre los 5-7 litros.

#### 4.12. Prevalencia de mastitis subclínica según las actividades pre-ordeño y post-ordeño.

**Tabla 14.** Relación entre prevalencia de mastitis subclínica valorada en las diferentes actividades pre-ordeño y post-ordeño (vaca).

		Prevalencia				
Actividad		Si		No		P
		N	%	N	%	
Lavado	Si	440	41,3	626	58,7	0,46
	No	576	42,8	771	57,2	
Secado	Si	135	45,3	163	54,7	0,23
	No	881	41,7	1234	58,3	
Despunte	Si	101	54	86	46	0,00
	No	915	41,1	1311	58,9	
Presellado	Si	28	38,9	44	61,1	0,57
	No	988	42,2	1353	57,8	
Uso de sellador	Si	140	51,9	130	48,1	0,00
	No	876	40,9	1267	59,1	

P=<0,05 significancia prueba de Chi cuadrado

La Tabla 14. Nos indica que, las actividades de despunte y el uso de sellador tienen una mayor influencia sobre la presencia de mastitis, con un 54% y 51,9% respectivamente, es decir que a mayor despunte y uso de selladores hay mayor prevalencia de mastitis subclínica. Kruze, (2001) comenta que el uso de selladores es efectivo para controlar las infecciones causadas por los patógenos contagiosos y no ha sido muy exitoso para las infecciones por los patógenos ambientales especialmente *E.coli*, *Klebsiella spp* y *Strep.uberis*, porque la contaminación del pezón con estos microorganismos se produce fundamentalmente en los intervalos de interordeña, cuando el producto desinfectante ha perdido su efecto germicida. En cuanto al despunte, Farinango, (2015) explica que esta práctica puede ser un factor de alto riesgo cuando ordeñamos los primero chorros al suelo permitiendo la

contaminación de la ropa y el piso, diseminado de esta manera la enfermedad al medio ambiente provocando la infección del hato.

Estos resultados pueden deberse a que muchos de los ganaderos realizan el despunte en la palma de la mano para verificar la presencia de grumos, lo cuál facilita la transmisión de la enfermedad en el hato.

#### 4.13. Análisis de componentes principales de las variables en estudio por vaca.

**Tabla 15.** Análisis de componentes principales de las variables en estudio.

Variables	Correlaciones	Componente	Autovalor	% Varianza
<i>Secado con material desechable</i>	0,756	1	3,69	24,65
<i>Uso de selladores</i>	0,721			
<i>Presellado</i>	0,711			
<i>Despunte</i>	0,700			
<i>Tipo de ordeño</i>	0,661			
<i>Lavado de ubre</i>	0,626			
<i>Frecuencia de ordeño</i>	0,703	2	1,90	12,67
<i>Tamaño UPAs/vaca</i>	0,678			
<i>Sist. de pastoreo</i>	0,671			
<i>Litros/vaca</i>	0,575			
<i>Partos/vaca</i>	0,933	3	1,46	9,76
<i>Edad/vaca</i>	0,931			
<i>Etapas de lactancia</i>	-0,812	4	1,21	8,08
<i>Prevalencia</i>	0,578			
<i>Piso altitudinal</i>	0,954	5	1,01	6,76
<i>Total de varianza acumulada %</i>				61,92

Se encontraron 5 componentes principales que explican el 61,92% de la varianza explicada total, con autovalores mayores de 1 con la prueba de Kaiser-Meyer-Olkin de 0,72 y la prueba de esfericidad de Bartlett altamente significativa ( $P < 0,01$ ).

El análisis de componentes principales de las variables en estudio, tiene un primer componente llamado **“actividades pre y post-ordeño”** con el mayor porcentaje de varianza y autovalor, las variables tienen una correlación muy fuerte con el componente, siendo el secado con material desechable el de mayor importancia.

El segundo componente representa a la **“producción”** que presenta un porcentaje de varianza y un auto valor inferior respecto al primero pero igual de importante.

El tercer componente corresponde a **“reproducción”**, sus variables tienen una correlación menor con respecto a los dos primeros componentes.

En el cuarto componente llamado **“lactancia y prevalencia”**, la variable “Etapa de lactancia” se encuentra con una fuerte correlación negativa mientras que la variable “prevalencia” se encuentra con una correlación un poco menor a la primera pero positiva, explicando que si la etapa de lactancia es mayor la prevalencia de mastitis subclínica resulta ser menor.

El quinto componente llamado **“piso altitudinal”** presenta una buena correlación con las demás variables.

En el primer componente denominado **“actividades pre y post-ordeño”** representa el 24,65% de la varianza total los mismos que tienen correlaciones superiores al 0,63%, por lo tanto, se puede decir que al realizar el lavado disminuye la carga bacteriana, pero si no secamos de manera adecuada podemos crear una fuente de transmisión de microorganismos al interior del pezón es por eso que Zúñiga, (2012), recomienda utilizar una toalla por cada vaca para evitar la diseminación de la enfermedad y de esta manera reducir la mastitis. Además Kruze,



(2002) indica que el lavado se debe realizar con agua limpia y evitando el exceso, ya que cuando hay mucha agua en la ubre el secado es ineficiente transfiriéndose especialmente *Strep.uberis* al interior del canal del pezón.

Ramírez, (2015) en su estudio realizado en la provincia de Trujillo-Perú dice que la higiene de la ubre es el principal factor que predispone a mastitis subclínica, lo que indica que una ubre sucia antes del ordeño ayudará a incrementar el riesgo de presentación de mastitis, más aún si no se tiene el mismo cuidado con la unidad de ordeño, los utensilios; y desinfección o sellado de pezones.

Por el contrario Solis, (2007) sugiere realizar procedimientos de higiene durante el ordeño como el lavado de manos, lavado de la ubre y pezones, uso de desinfectantes, secado con toallas desechables individuales antes de cada ordeño, higiene de la unidad de ordeño y utensilios, y desinfección o sellado de los pezones ya que estos previenen la transmisión de microorganismos a través del ordeñador a las vacas, disminuyendo la población microbiana sobre la piel del pezón.

Vélez ,(2015) encontro en su estudio 2 componentes importantes por los cuales los animales son más propensos a enfermarse de mastitis, siendo estos un mayor número de partos y la alta producción de leche.

Novoa, (2003) indica que las tasas de infecciones intramamarias durante la lactancia son mayores al parto y decrecen a medida que avanzan los días de lactancia, como es en el caso de *Staphylococcus coagulasa negativa*.

## 5. CONCLUSIONES

- La prevalencia de mastitis subclínica en la zona occidental de la provincia del Azuay está por debajo de los estudios realizados a nivel nacional, esto debido a que los ganaderos realizan prácticas de ordeño de manera adecuada.
- El desconocimiento de la enfermedad y las malas prácticas de ordeño son factores desfavorables para la presencia de mastitis subclínica.
- La presencia de mastitis subclínica está influenciada por los factores tales como: tamaño de la UPA, sistema de pastoreo, piso altitudinal, producción hato/día, etapa de lactancia, edad, número de partos y sistema de ordeño.
- Los animales que son ordeñados de forma mecánica, tienen un mayor porcentaje de mastitis debido al manejo inadecuado de las máquinas de ordeño.
- La prueba de CMT al tener una sensibilidad del 97% y una especificidad del 93%, nos resultó una herramienta útil para la investigación desarrollada.

## 6. RECOMENDACIONES

- Recomendar a los ganaderos tomar medidas higiénicas durante todo el proceso de ordeño, para de esta manera reducir la prevalencia de mastitis.
- Establecer rutinas periódicas para realizar pruebas de campo y de esta forma monitorear la presencian de mastitis en los hatos.
- Utilizar la prueba de CMT para desarrollar otras investigaciones, ya que es económica y fácil de utilizar por los ganaderos, dando resultados rápidos.
- Capacitar a los ganaderos sobre las pruebas diagnósticas que pueden utilizar para la detección de esta enfermedad, las mismas que benefician al productor y al consumidor.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

**Abril Flores, O. (2005).** Climas Altitudinales del Ecuador. El Heraldo.

**Aguilar Aldrete, A., Bañuelos Pineda, J., Pimienta Barrios, E., Aguilar Flores, A., & Torres Moran, P. (2014).** Prevalencia de mastitis subclínica en la región Ciénega del estado de Jalisco. Abanico Veterinario.

**Almeida Almeida, D. I. (2015).** Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de California Mastitis test e identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche en la comunidad San Pablo Urco, Olmedo-Cayambe-Ecuador, 2014. Cayambe.

**Alvarado Bajaña, M. C. (2012).** Determinación de mastitis en hatos lecheros del cantón Daule, mediante los reactivos: sulfato de trietanolamina y purpura de bromocresol (c.m.t). Guayaquil.

**Andrade Becerra , R. J., Caro Carvajal, Z. E., & Dallos Baez , A. E. (2014).** Prevalencia de mastitis subclínica y su etiología infecciosa en fincas lecheras del altiplano Boyacense (Colombia). Revista Científica, 306-307.

**Arauz, E. E. (2011).** La mastitis subclínica y su influencia en la producción, calidad y economía lechera y medidas de manejo estratégico para su prevención y control apropiado. Engormix.

**Avila Tellez, S., & Romero, L. (2010).** Anatomía y fisiología de la glándula mamaria. Sitio Argentino de Producción Animal.

**Barba Padilla, J. E. (2007).** Evaluación de dos métodos de diagnostico y tres tratamientos de la mastitis subclínica en bovinos de la estación experimental Tunshi de la FCP-ESPOCH. Riobamba.

- Bedolla, C. (2008).** Pérdidas económicas ocasionadas por la mastitis bovina en la industria lechera - (Economic causalities inflicted by the bovine mastitis in the milk industry). Revista electrónica de Veterinaria (REDVET), IX(4), 2-3.
- Bedolla, Castañeda, & Wolter. (2007).** Métodos de detección de la mastitis bovina. Revista electrónica de Veterinaria (REDVET), VIII(9), 1.
- Blood, O. M.-C., & Kenneth. (2002).** Medicina veterinaria tratado de las enfermedades infecciosas del ganado bovino, ovino , porcino, caprino, y equinos. (Novena ed.). Madrid, España: Interamericana.
- Callejo Ramos, A. (2014).** Breve introducción a la anatomía de la ubre y a la fisiología del ordeño. Universidad Politécnica de Madrid.
- Caraguay Guallas, M. E. (2012).** Diagnóstico de mastitis subclínica por el método California Mastitis Test, aislamiento, identificación y sensibilidad del germen en las ganaderías de la parroquia Chantaco del cantón Loja. Loja-Ecuador.
- Chasi Rodríguez, E. S. (2015).** Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de California Mastitis Test con identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la comunidad de Muyurco, Cayambe-Ecuador, 2014. Quito.
- Colango Farinango , L. F. (2012).** Prevalencia e incidencia de mastitis bovina mediante la prueba de California Mastitis Test con identificación del agente etiológico en la comunidad Paquiestancia, Cayambe Ecuador-2012. Quito.
- Cuzco Soto, G. E. (2015).** Determinación de la sensibilidad de CMT para el diagnóstico de mastitis subclínica y su relación en el cultivo de leche mas antibiograma en la hacienda "El Boliche". Cevallos-Ecuador.

- Echeverria, J., & Restrepo, L. (2010).** Evaluación comparativa de dos metodologías de diagnóstico de mastitis en un hato lechero del departamento de Antioquia. *Revista Lasallista de Investigación*, 9.
- Escobar Díaz, E. R., & Mercado Castilla, C. D. (2008).** Determinación de mastitis subclínica mediante la prueba California Mastitis Test (CMT) y la correlación del periodo de lactancia del animal con los cuartos mamarios afectados en bovinos (*Bos indicus* y cruces) de empresas ganaderas en el municipio de Since. Soncelejo.
- Espinosa, M. (2013).** Determinacion de la prevalencia de mastitis mediante la prueba California Mastitis Test e Identificacion y Antibiograma del agente causal en ganaderias Lecheras del Canton Chaco, Provincia del Napo.
- Faría Reyes, J., Kutchynskaya, V. L., D'Pool, G., García Urdaneta, A., Allara Cagnasso, M., & Morales, D. (2005).** Agentes bacterianos y contaje de células somáticas en leche de cuartos de bovinos mestizos doble propósito ordeñados en forma manual o mecánica en cuatro fincas lecheras del estado Zulia, Venezuela. *Revista Científica*, 66.
- Farinango Navas, A. H. (2015).** Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en el dentro de acopio de leche de la comunidad de Pulisa, Cayambe-Ecuador, 2014. Quito.
- Fernandez Bolaños, O. F., Trujillo Graffe, J. E., Peña Cabrera, J. J., Cerquera Gallego, J., & Granja Salcedo, Y. T. (2012).** Mastitis bovina: Generalidades y métodos de diagnóstico. *Revista electrónica de Veterinaria (REDVET)*, III(11), 2.



- Fonseca Sánchez, L. S. (2014).** Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba california mastitis test con identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la comunidad de Chaupi, Cayambe-Ecuador, 2014. Cayambe.
- Garzón Guzmán, A. J., & Suquitana Calderón, M. C. (2016).** Análisis de los sistemas productivos bovinos del cantón Cuenca. Cuenca-Ecuador, Ecuador.
- Gebrekrustos, M., Aferaa, B., & Tassew, H. (2012).** Prevalencia de mastitis y su relación con factores de riesgo en granjas lecheras de pequeños propietarios en Mekelle y sus alrededores. Revista electrónica de Veterinaria, 9.
- Glauber, C. E. (2007).** Fisiología de la lactacion en la vaca lechera. Departamento de producción animal.
- Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Girón. (2015).** Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Girón.
- Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Pucará. (2012).** Ubicación Geográfica.
- Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón San fernando. (2013).** Hidrografía Clima.
- Gómez, Q. S., Ballón, S., Arauco, F., Oscar, H., & Manrique, J. (2014).** Criterios de interpretación para California Mastitis Test en el diagnóstico de mastitis subclínica en bovinos. Revista de Investigaciones Veterinarias de Perú. 89. Revista de investigaciones Veterinarias de Perú.
- INTA. (2010).** Sistemas confinados vs. pastoriles; ventajas y desventajas. Sitio Argentino de Producción animal.

- Jara Zambrano, J. R., & Maldonado Gamboa, H. M. (09 de 2011).** Análisis y aplicación de un modelo de productividad para empresas del sector extractor de leche cruda Caso Agroindustrial Las Lolos. Quito: Universidad Católica del Ecuador.
- Kayesh, M., Talukder, M., & Anower, A. (2014).** Prevalence of subclinical mastitis and its association with bacteria and risk factors in lactating cows of Barisal district in Bangladesh. *International Journal of Biological Research*, 36-37.
- Kirk, J. (2016).** Programa de control de mastitis para vacas lecheras infectadas con *Streptococcus agalactiae*. Department of Animal Science.
- Kruze, J. (2002).** La rutina de ordeño y su rol en los programas de control de mastitis bovina. *Revista electronica UACH*, 23.
- López Rodríguez, J. M. (2014).** Mastitis bovina: Definición, etiología y epidemiología de la enfermedad. *Ciencia Veterinaria*.
- López Rodríguez, J. M. (2014).** Mastitis bovina: patogenia y manifestaciones clínicas. *Ciencia Veterinaria*.
- Magandi Alvarez, V. E. (2008).** Determinación de mastitis subclínica en vacas lecheras por medio del recuento de células somáticas en el tanque. Universidad del Salvador, 1-58.
- Manjarrez, A. M., & Dias, S. (2011).** Identificación de biotipos de *Staphylococcus aureus* en vacas lecheras de producción familiar con mastitis subclínica en la región centro - este de Estado de México.
- Martínez, A. P. (2009).** Efectos de la mastitis subclínica en algunos hatos de la cuenca lechera del Alto Chicamocha (departamento de Boyacá). *Revista veterinaria*, 13.
- Mazo, R. (2012).** Factores que afectan los RCS. Colombia: El Campo.



- Medina, C., & Montalvo, V. (2003).** El uso de la prueba de conductividad eléctrica y su relación con la prueba de California Mastitis Test. CNM,. Aguascalientes, Mexico: V Congreso Nacional de Control de Mastitis.
- Molina, V., & Rivadeneira, A. (2008).** Aislamiento, identificación y antibiograma de patógenos presentes en leche con mastitis en ganaderías bovinas de la Provincia de Pichincha.
- Mosquera, F. (2014).** Plan de desarrollo local del cantón Santa Isabel.
- Mueller, P. y. (2000).** Pastoreo Controlado.
- Muñoz, R., & Montaleza, R. (2002).** Diagnóstico y tratamiento de las mastitis subclínica para el secado con ordeño mecánico en Burgay. Ecuador: Universidad de Cuenca.
- Mureithi, D., & Njuguna, M. (2016).** Prevalencia de mastitis subclínica y Prevalence of subclinical mastitis and associated risk factors in dairy farms in urban and peri-urban areas of Thika Sub County, Kenya. Livestock Research for Rural Development.
- National Mastitis Council. (2016).** Una mirada práctica a la mastitis: Una organización global dedicada a controlar la mastitis y producir leche de calidad.
- Novoa Quiñones, R. M. (2003).** Evaluación epizootiológica y económica de la mastitis bovina en rebaños lecheros especializados de la provincia de Cienfuegos. La Habana.
- Pastor Guízar Figueroa, J. I., & Bedolla Cedeño, J. L. (2008).** Determinación de la prevalencia de mastitis bovina en el municipio de Tarímbaro, Michoacán, mediante la prueba de California. Revista electrónica de Veterinaria (REDVET), 26.

- Pezantes Dominguez, D., & Rosario Calero, K. (2016).** Prevalencia de mastitis subclínica en la región oriental de la provincia del Azuay, mediante la prueba california mastitis test. Cuenca.
- Philpot, W., & Nickerson , S. (2002).** Vencendo a Luta Cantra a Mastite. Brasil : Westfalia Surge Inc. e Westfalia Landtechnik do Brasil Ltda.
- Plozza, K., Lievaart , J., & Barkema, H. (2011).** Australian Veterinary Journal. Subclinical mastitis and associated risk factors on dairy farms inNew South Walesavj\_6.
- Quezada, M.( 2015).** Cantones de la provincia del Azuay.
- Ramírez Sánchez, J. M. (2015).** Prevalencia y factores predisponentes a mastitis subclínica en establos lecheros de la provincia de Trujillo. Cademaz, 19-21.
- Ramírez Vásquez, N. (2011).** Arroyave Henao, O., Cerón Muñoz, M., Jaramillo, M., Cerón, J., & Guillermo Palacio, L. (2011). Factores asociados a mastitis en vacas de la microcuenca lechera del altiplano norte de Antioquia, Colombia. Revista Médica Veterinaria.
- Recabarren M, S. E. (2008).** Fisiología de la lactancia. Universidad de Concepción - Campus Chillán.
- Relova, D., Armenteros, A., & Capdevila., J. (2008).** Caracterización de la situación clínico-epizootiológica de la mastitis bovina en vacas primerizas Holstein de una lechería especializada . Revista electrónica de Veterinaria (REDVET), 3.
- Reza Guevara, L. C. (2009).** Mastitis bovina, reconocimiento clínico, programas de prevención y su terapia.
- Rivera Suárez, A. M. (2014).** Determinación de la prevalencia de mastitis subclínica en ganado Reyna, rancho los Peiranos, Nandaime, Granada. Nicaragua.

- Rodríguez Martínez, G. (2006).** Comportamiento de la mastitis bovina y su impacto económico en algunos hatos de la Sabana de Bogotá, Colombia. *Revista de Medicina Veterinaria*, 35.
- Ruiz, A. (2005).** Mastitis bacteriana en ganado bovino etiología y técnicas de diagnóstico.
- Ruiz, K., Ponce, P., Gómez, G., Mota, R., Sampaio, E., & Lucena, E. (2011).** Prevalencia de mastitis bovina subclínica y microorganismos asociados: comparación entre ordeño manual y mecánico, en Pernambuco, Brasil. *Revista Salud Animal*, 59-60.
- Sánchez, L. S. (2014).** Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de California Mastitis Test con identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la comunidad de Chaupi, Cayambe - Ecuador.
- Santivañez Ballón, C., Gómez Quispe, O. E., Cárdenas Villanueva, L., Escobedo Enríquez, M., Bustinza Cardenas, R., & Sanchez, J. (2013).** Prevalencia y factores asociados a la mastitis subclínica bovina en los Andes Peruanos. 98. Perú.
- Serrano, P. (2014).** Relación entre máquina de ordeñar y mastitis.
- Solis Bermúdez, M. A. (2007).** Utilización de la solución hipertónica (agua de mar) en el tratamiento de la mastitis bovina en la Finca "Guadalupana", del Municipio de Nagarote, Departamento de León. México.
- Trujillo, C. M., Gallego, A. F., Ramirez, N., & Palacio, L. G. (2010).** Prevalencia de mastitis en siete hatos lecheros del oriente antioqueño. *Revista Colombiana de Ciencias pecuarias*.
- Valdez, C. (2004).** Control de mastitis subclínica en bovinos. Ecuador: Universidad de Cuenca.

**Velásquez V, C. M., & Vega V, J. (2012).** Calidad de la leche y mastitis subclínica en establos de la provincia de Huaura, Lima. Revista de Investigación Veterinaria Perú, 68.

**Vélez Echeverria, L. M. (2015).** Prevalencia de mastitis en vacas Lucerna y sus cruces . Pereira.

**Williams, J., Kautz, F., Ely, L., & Nickerson, S. (2014).** Use of a staphylococcal vaccine to reduce prevalence of mastitis and lower somatic cell counts in a registered Saanen dairy goat herd. PubMed.

**Wolter, W., & Castaneda, V. (2002).** Mastitis Bovina.

**Zúñiga, D. (2012).** Plan preventivo para mastitis.

## 8. ANEXOS

### Anexo 1. Datos generales.

fecha:	Nombre de la finca:	Telf.:
Cantón:	Parroquia:	Sector:
Propietario:		Entrevistado:
Ubicación GPS	Latitud:	Longitud:
		Altitud:

### Anexo 2. Número de bovinos y composición genética del hato.

Categoría	Holstein			Jersey			Brown swiss			Brahma			Criollo	Otros			Total
	PCR	PSR	M	PCR	PSR	M	PCR	PSR	M	PCR	PSR	M		PCR	PSR	M	
Toros adultos (mayor a 2 años)																	
Toros jóvenes																	
Vacas producción																	
Vacas secas																	
Vaonas vientre (1er servicio-primer parto)																	
Vaquillas medias (12 meses-antes del 1er ser.)																	
Terneras (<12 meses)																	
Terneros (<12 meses)																	

\* PCR Pura con registro. \* PSR. Pura sin registro. \*M. Mestizo.

**Anexo 3.** Tipo de ordeño y número de ordeños.

Tipo de ordeño				Numero de ordeños	
Manual		Mecánico			
Potrero	Establo	Potrero	Establo	1	2

**Anexo 4.** ¿Realiza las siguientes actividades de manejo e higiene durante el ordeño?

Actividades de ordeño	SI	NO
lavado de ubres y pezones		
Secado con material desechable		
Despunte		
Presellado (yodo + agua)		
uso de selladores (yodo+ glicerina)		
Ninguno		

**Anexo 5.** Sistema de manejo.

Sistema de manejo		
Cerca eléctrica	Pastoreo libre	Sogueo



Nombre del propietario:			Nombre de la hacienda:					
Parroquia:	Sector:		Fecha:	CMT				
N° Arete/ nombre	Edad	Días/producción	Lts/día/vaca	CC	AD	AI	PD	PI

Interpretación: - Negativo, + Leve, ++ Moderado, +++ Abundante.

**Anexo 7.** Prueba de Chi Cuadrado de la prevalencia de mastitis subclínica según el piso altitudinal.

	Valor	Gl	Significación asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado de Pearson	9,478 <sup>a</sup>	3	,024
Razón de verosimilitud	8,615	3	,035
Asociación lineal por lineal	6,440	1	,011
N de casos válidos	425		

**Anexo 8.** Prueba de Chi Cuadrado de la prevalencia de mastitis subclínica según la frecuencia de ordeño.

**Pruebas de chi-cuadrado**

	Valor	Gl	Significación asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado de Pearson	7,356 <sup>a</sup>	1	,007
Corrección de continuidad <sup>b</sup>	6,648	1	,010
Razón de verosimilitud	8,016	1	,005
Prueba exacta de Fisher			
Asociación lineal por lineal	7,338	1	,007
N de casos válidos	425		

**Anexo 9.** Prueba de Chi Cuadrado de la prevalencia de mastitis subclínica según el tipo de ordeño.

**Pruebas de chi-cuadrado**

	Valor	Gl	Significación asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado de Pearson	4,932 <sup>a</sup>	1	,026
Corrección de continuidad <sup>b</sup>	3,643	1	,056
Razón de verosimilitud	8,371	1	,004
Prueba exacta de Fisher			
Asociación lineal por lineal	4,921	1	,027
N de casos válidos	425		



**Anexo 10.** Prueba de Chi Cuadrado de la prevalencia de mastitis subclínica según la Producción hato/día.

**Pruebas de chi-cuadrado**

	Valor	Gl	Significación asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado de Pearson	49,052 <sup>a</sup>	2	,000
Razón de verosimilitud	50,609	2	,000
Asociación lineal por lineal	48,493	1	,000
N de casos válidos	425		

**Anexo 11.** Prueba de Chi Cuadrado de la Prevalencia de Mastitis Subclínica según el Sistema de manejo.

**Pruebas de chi-cuadrado**

	Valor	Gl	Significación asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado de Pearson	12,341 <sup>a</sup>	2	,002
Razón de verosimilitud	14,068	2	,001
Asociación lineal por lineal	2,971	1	,085
N de casos válidos	425		

**Anexo 12.** Prueba de Chi Cuadrado de la Prevalencia de Mastitis Subclínica  
según la etapa de lactancia.

**Pruebas de chi-cuadrado**

	Valor	Gl	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	88,269 <sup>a</sup>	2	,000
Razón de verosimilitud	88,454	2	,000
Asociación lineal por lineal	86,863	1	,000
N de casos válidos	2413		

**Anexo 13.** Prueba de Chi Cuadrado de la prevalencia de mastitis subclínica  
según la edad.

**Pruebas de chi-cuadrado**

	Valor	Gl	Significación asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado de Pearson	48,375 <sup>a</sup>	1	,000
Corrección de continuidad <sup>b</sup>	47,802	1	,000
Razón de verosimilitud	48,447	1	,000
Prueba exacta de Fisher			
Asociación lineal por lineal	48,355	1	,000
N de casos válidos	2413		

**Anexo 14.** Prueba de Chi Cuadrado de la prevalencia de mastitis subclínica según la el número de partos.

**Pruebas de chi-cuadrado**

	Valor	Gl	Significación asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado de Pearson	38,522 <sup>a</sup>	1	,000
Corrección de continuidad <sup>b</sup>	37,989	1	,000
Razón de verosimilitud	38,356	1	,000
Prueba exacta de Fisher			
Asociación lineal por lineal	38,506	1	,000
N de casos válidos	2413		

**Anexo 15.** Prueba de KaiserMeyer-Olkin y prueba de esfericidad de Bartlett.

**Prueba de KMO y Bartlett**

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		,727
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	9887,438
	Gl	105
	Sig.	,000

**Anexo 16.** Fotos de investigación.



*Lavado de pezones*



*Secado con material desechable*



*Despunte*



*Materiales de campo*





*Toma de muestra de leche*



*Incorporación del reactivo CMT*



*Homogenización de la muestra*